

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-027679

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

H02J 7/00
 F03D 7/02
 F03D 9/00
 F03D 9/02
 H02J 3/32
 H02J 7/34
 H02P 9/00

(21)Application number : 2000-208987

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 10.07.2000

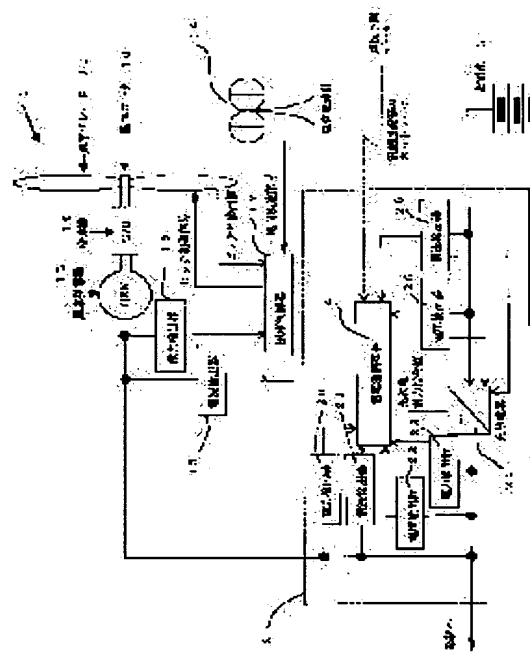
(72)Inventor : ARINAGA SHINJI
 GOTO MASATO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING WIND POWER GENERATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the application of a method and an apparatus for controlling wind power generation, capable of restraining fluctuations in the generated output of a wind power generator caused by fluctuations in wind velocity, to an existing wind power generator.

SOLUTION: This method for controlling this wind power generation includes a condenser (3), which is connected to a wind power generator (1) and a condenser controller (2), which detects the generated output of the wind power generator (1) and controls the charging and discharging of the condenser (3), based on a reference value determined by the generated output of a previous cycle and the detected generated output. The reference value, determined by the generated output of the previous cycle and the detected generated output, controls the charging and discharging of the condenser, thereby restraining the output fluctuations in a short cycle. As a result; fluctuations in wind power generation output can be restrained, without having to provide a variable speed control mechanism, and application to an existing wind power generator can be made easily.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
 of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-27679

(P2002-27679A)

(43) 公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テ-ィコ-ト*(参考)
H 0 2 J 7/00	3 0 3	H 0 2 J 7/00	3 0 3 B 3 H 0 7 8
F 0 3 D 7/02		F 0 3 D 7/02	5 G 0 0 3
9/00		9/00	B 5 G 0 6 6
9/02		9/02	B 5 H 5 9 0
H 0 2 J 3/32		H 0 2 J 3/32	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-208987(P2000-208987)

(22) 出願日 平成12年7月10日(2000.7.10)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 有永 真司

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三

菱重工業株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 後藤 正人

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工

業株式会社長崎造船所内

(74) 代理人 100094514

弁理士 林 恒徳 (外1名)

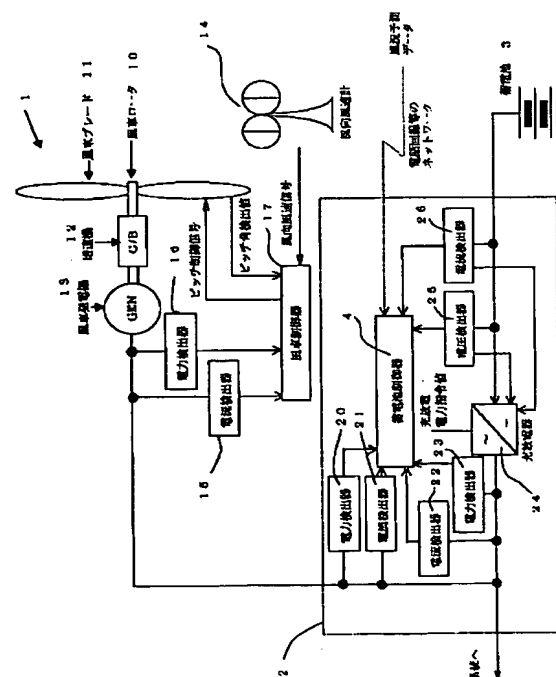
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電制御方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 風速変動による風力発電機の発電出力変動を抑制する風力発電制御方法及びその装置に関し、既設の風力発電装置に容易に適用する。

【解決手段】 風力発電装置(1)に接続された蓄電器(3)と、風力発電装置(1)の発電電力を検出し、前回の周期の前記発電電力から決定した基準値と前記検出した発電電力とから蓄電器(3)の充放電制御を行う蓄電池制御器(2)とを有する。前回の周期の発電電力から決定した基準値と検出した発電電力とから蓄電器の充放電制御を行うため、短周期の出力変動を蓄電池の充放電制御により抑制できる。このため、可変速制御機構を設けることなく、風車発電出力変動を抑制することができ、既設の風車発電装置に容易に適用できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 風力発電装置の発電出力変動を抑制する風力発電制御方法において、

前記風力発電装置の発電電力を検出するステップと、
前回の周期の前記発電電力から決定した基準値と前記検出した発電電力とから前記風力発電装置に接続された蓄電器の充放電制御を行うステップとを有することを特徴とする風力発電制御方法。

【請求項2】 前記充放電制御ステップは、
前回の周期の前記発電電力の最大出力を放電時の基準値に、前記発電電力の最小出力を充電時の基準値に決定するステップを有することを特徴とする請求項1の風力発電制御方法。

【請求項3】 前記充放電制御ステップは、
前回の周期の前記発電電力の平均出力を基準値に決定するステップを有することを特徴とする請求項1の風力発電制御方法。

【請求項4】 風況情報から前記充放電制御のスケジュールリングを決定するステップを更に有することを特徴とする請求項1の風力発電制御方法。

【請求項5】 風力発電装置の発電出力変動を抑制する風力発電制御装置において、
前記風力発電装置に接続された蓄電器と、
前記風力発電装置の発電電力を検出し、前回の周期の前記発電電力から決定した基準値と前記検出した発電電力とから前記蓄電器の充放電制御を行う蓄電池制御器とを有することを特徴とする風力発電制御装置。

【請求項6】 前記蓄電池制御器は、
前回の周期の前記発電電力の最大出力を放電時の基準値に、前記発電電力の最小出力を充電時の基準値に決定することを特徴とする請求項5の風力発電制御装置。

【請求項7】 前記蓄電池制御器は、
前回の周期の前記発電電力の平均出力を基準値に決定することを特徴とする請求項5の風力発電制御装置。

【請求項8】 前記蓄電池制御器は、
風況情報から前記充放電制御のスケジュールリングを決定することを特徴とする請求項5の風力発電制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、風力により発電する風力発電装置の制御方法及びその装置に関し、特に、風速変動による発電電力の変動を抑制するための風力発電制御方法及びその装置に関する。

【0002】 風力発電装置は、風速の変動により発電電力が変動する。その変動に2種類あり、風車の受風領域内の風速分布変化によりロータ回転数の3倍の周波数（ロータが3ブレードの場合）で変動するものと、長周期の風速変動によるものである。前者の変動は系統側の電圧変動をもたらす、後者は周波数変動をもたらすため、風力発電装置導入の障害要因になっている。これら

電力の変動を抑える必要がある。

【0003】

【従来の技術】 風力発電装置の電力変動を抑える制御方法として、風車のブレードのピッチ角を、風車発電出力が一定となるように、フィードバック制御する方法が使用されている。この方法では、風車のブレードへの風の流入角を変化して、風速変化に対し、風車発電出力を一定制御するものである。しかし、この方法では、大きなブレードを駆動するため、応答性が低く、有効に電力変動を防止することは困難である。

【0004】 このため、風車発電出力に応じて、風車発電機を可変速制御するとともに、蓄電池と組合せたハイブリッドシステムが提案されている（例えば、特開平11-82282号公報、特開平11-299295号公報）。

【0005】 このシステムでは、ロータ回転数の3倍の周波数での短周期の変動は、風車発電機を可変速運転することにより取り除くことができ、長周期の変動は蓄電池の充放電により平滑化できる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、この方法では風車を可変速制御するインバータ等の可変速制御機構を必要とするため、既に稼動している風車発電装置には適用できないという問題がある。又、蓄電池の他に、可変速制御機構を必要とするため、コストがかかるという問題も生じる。

【0007】 従って、本発明の目的は、可変速制御機構を設けることなく、風車発電出力変動を抑制するための風車発電制御方法及びその装置を提供するにある。

【0008】 又、本発明の他の目的は、既設の風車発電装置に蓄電池を併設して、短周期の出力変動を抑制するための風車発電制御方法及びその装置を提供するにある。

【0009】 更に、本発明の他の目的は、既設の風車発電装置に蓄電池を併設して、長周期の変動も充放電の最適スケジュールリングにより平滑化するための風車発電制御方法及びその装置を提供するにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明の風力発電制御方法は、風力発電装置の発電電力を検出するステップと、前回の周期の前記発電電力から決定した基準値と前記検出した発電電力とから前記風力発電装置に接続された蓄電器の充放電制御を行うステップとを有する。

【0011】 本発明の風力発電制御装置は、風力発電装置に接続された蓄電器と、前記風力発電装置の発電電力を検出し、前回の周期の前記発電電力から決定した基準値と前記検出した発電電力とから前記蓄電器の充放電制御を行う蓄電池制御器とを有する。

【0012】 本発明は、風力発電装置に蓄電池を併設し、蓄電池を充放電制御して、風速変動による発電出力

変動を抑制する。更に、前回の周期の発電電力から決定した基準値と検出した発電電力とから蓄電器の充放電制御を行うため、短周期の出力変動を蓄電池の充放電制御により抑制できる。このため、可変速制御機構を設けることなく、風車発電出力変動を抑制することができ、既設の風車発電装置に容易に適用できる。

【0013】又、本発明では、前記充放電制御ステップは、前回の周期の前記発電電力の最大出力を放電時の基準値に、前記発電電力の最小出力を充電時の基準値に決定するステップを有することにより、蓄電池の充放電量を最小にして、発電出力変動を抑制できる。

【0014】更に、本発明では、前記充放電制御ステップは、前回の周期の前記発電電力の平均出力を基準値に決定するステップを有することにより、簡易な制御で、発電出力変動を抑制できる。

【0015】更に、本発明では、風況情報から前記充放電制御のスケジューリングを決定するステップを更に有することにより、蓄電池を充放電制御しても、放電したいときに、蓄電池の容量不足となったり、充電したいときに、蓄電池3が満充電状態となることを防止できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、風車発電装置、蓄電池制御器、他の実施の形態の順で説明する。

【0017】〔風車発電装置〕図1は、本発明の一実施の形態の風車発電装置の制御系統図であり、図2は、図1の風力発電システムの構成図である。

【0018】図1に示すように、風力発電装置1は、複数の風車ブレード11を有するロータ10を有する。風車ブレード11は、3つ設けられる。ロータ10は、増速機12を介し風車発電機3に接続される。従って、風車ブレード11が受風して、ロータ10が回転する。ロータ10の回転は、増速機12で増速され、風車発電機3を回転して、発電（AC）が行われる。

【0019】風車制御器17には、風車発電機3の発電出力の電力を検出する電力検出器16の検出電力と、発電出力の電流を検出する電流検出器15の検出電流が入力され、且つ風車の風向、風速を検出する風速風向計14の検出風向、風速が入力される。ロータ10には、ブレード11のピッチ角を可変にするためのピッチ駆動機構が設けられている。風車制御器17は、検出電力と検出電流が所定の値になるようなフィードバック制御値を演算し、且つ検出風向、風速から突風を検出し、制限値を演算する。そして、いずれか大きい方を選択し、ピッチ駆動機構のピッチ角検出値に応じて、ピッチ制御信号を出力する。これにより、ブレード11のピッチ角が、発電電力、電流を所定値になるように、制御される。

【0020】この風車発電装置1は、既知の構成であり、既存の風車発電装置であり、本発明では、更に、発電制御装置2と蓄電池3が併設されている。

【0021】発電制御装置2は、風車発電機の発電電力

を検出する第1の電力検出器20、風車発電機の発電電流を検出する第1の電流検出器21、蓄電池充放電電力を検出する第2の電力検出器23、蓄電池充放電電流を検出する第2の電流検出器22、蓄電池3の充放電を行う充放電器24、蓄電池充放電電圧（DC）を検出する電圧検出器25、蓄電池充放電電流（DC）を検出する電流検出器26、蓄電池制御器4とを有する。

【0022】蓄電池制御器4は、風車発電機電力・電流、蓄電池充放電電力・電流（交流）、直流部電圧、電流を取り込み、系統へ送られる電力が平滑化されるように充放電器24へ充放電電力指令値を出力する。充放電器24では、その指令値に基づき蓄電池3の充放電量を制御する。更に、蓄電池制御器4は、電話回線等のネットワークを介し風況予測データを受け、これによっても充放電を制御する。蓄電池制御器4は、例えば、CPUで構成される。

【0023】図2に示すように、発電制御装置2、蓄電池3を備えた風車発電装置1は、複数並列に接続され、電力系統に大きな電力を供給する。

【0024】〔蓄電池制御器〕図3は、本発明の一実施の形態の蓄電池制御器4のブロック図、図4は、その放電制御動作の説明図、図5は、その充電制御動作の説明図、図6は、その充放電スケジューリングの説明図である。

【0025】図3に示すように、蓄電池制御器4は、風車出力変動計算部40、充放電切替機能部41、電力上限値設定部42、加算部43、電力下限値設定部44、加算部45、充放電スケジューリング計算部46とを有する。蓄電池制御器4をCPUで構成する場合には、これらは、CPUの実行するプログラムで実現される。

【0026】風車出力変動計算部40は、第1の電力検出器20、第1の電流検出器21から計算した風車発電機出力の過去一定時間、例えば、10分程度（最大10分で更新する）の計測データから、平均出力、最大出力、最小出力を求める。これら信号は、風車出力変動を抑えた充放電制御を行なうためのものである。既設風車からの信号はもらわない。蓄電池充放電切替部41は、充放電スケジューリングに応じて、充放電の切替えを行う。

【0027】図4に示すように、蓄電池放電制御が指定された場合には、過去10分程度の風車出力変動の最大出力を上限値として、（風車出力+蓄電池放電電力）が、その上限値となるように放電電力制御を行う。即ち、電力上限値設定部42に、過去10分程度の風車出力変動の最大出力が上限値に設定され、加算部43は、上限値から風車出力を減算し、放電電力指令値を生成する。充放電器24は、放電電力制御回路24-1と、充電電力制御回路24-2とで構成されている。放電電力制御回路24-1は、放電指令値に応じた放電電力を蓄電池3から放電する。

【0028】ここで、過去10分程度の風車出力変動の最大出力は、次の期間（10分程度）の風車出力の最大出力と予測し、（風車出力+蓄電池放電電力）が、その予測最大出力（上限値）となるように放電電力制御を行う。このため、ロータ回転数の3倍の周波数での短周期の変動を、蓄電池3の放電制御により、抑圧できる。

【0029】又、過去10分程度の風車出力変動の最大出力を、次の期間（10分程度）の風車出力の最大出力と予測しているため、風速変動があっても、蓄電池3の放電電力を最小限とすることができ、蓄電池3の負担が少なく、蓄電池3の寿命を長く維持できる。

【0030】次に、蓄電池3へ充電する場合には、図5に示すように、過去の風車出力変動の最小出力を下限値として、（風車出力-蓄電池充電電力）が、その下限値となるように充電電力制御を行う。即ち、電力下限値設定部44に、過去10分程度の風車出力変動の最小出力が下限値に設定され、加算部45は、風車出力から下限値を減算し、充電電力指令値を生成する。充電電力制御回路24-2は、充電指令値に応じた充電電力を蓄電池3に充電する。

【0031】ここで、過去10分程度の風車出力変動の最小出力は、次の期間（10分程度）の風車出力の最小出力と予測し、（風車出力-蓄電池充電電力）が、その予測最小出力（下限値）となるように充電電力制御を行う。このため、ロータ回転数の3倍の周波数での短周期の変動を、蓄電池3の充電制御により、抑圧できる。

【0032】又、過去10分程度の風車出力変動の最小出力を、次の期間（10分程度）の風車出力の最小出力と予測しているため、風速変動があっても、蓄電池3の充電電力を最小限とすることができ、蓄電池3の負担が少なく、蓄電池3の寿命を長く維持できる。

【0033】これらの充放電制御により、風車発電機の変速運転機構を使用することなく、風車出力変動を抑えることができる。尚、蓄電池制御器4、充放電器24は、充放電中は電気量（充放電電力、電流）の監視を行ない、過放電および過充電とならないように制御するとともに、充放電の切替もなめらかに行う。

【0034】次に、前述の充放電切替は、風車又は電力系統の中央指令所から充放電スケジュールリングコマンドにより、制御できる。この実施の形態では、蓄電池制御器4が、自動的に充放電スケジュールリングを計算し、必要なときに充放電ができるようにしている。

$$1. \quad 2P_{chg} = P_{dchg}$$

（式5）が成り立つように、（式1）乃至（式4）より平準化目標値 P_{ave} を計算する。

【0042】風車出力予想値 $P(t)$ は、各時刻の予想風速値に応じて、風車モデルに従い、計算される。従って、（風車出力予想値 $P(t)$ - 平準化目標値 P_{ave} ）を計算し、計算結果が正なら、充電期間、負なら、放電期間と決定する。

【0035】即ち、充放電スケジュールリング計算部46は、図6に示すように、ネットワークを介し気象予報機関から受けた風速、風向などの気象情報から、風車出力値の予想を行い、風車出力が平準化されるように、充放電のスケジュールリングを行う。放電したいときに、蓄電池3の容量不足となったり、充電したいときに、蓄電池3が満充電状態とならないようにするためである。充電電気量は、放電電気量よりも約20%多く電力を必要とすることから、平準化目標値 P_{ave} は、風車出力予想値において、充電電力の方が20%多くなるように重み付けして計算する。

【0036】平準化目標値 P_{ave} の計算は、予測時間 T 、風車出力予想値 $P(t)$ とし、下記のように行われる。

【0037】時刻 t の充電電力量 $f_{chg}(t)$ は、下記（1）式で得られる。

【0038】

【数1】

$$f_{chg}(t) = \begin{cases} P(t) - P_{ave} & (P(t) > P_{ave}) \\ 0 & (P(t) < P_{ave}) \end{cases} \quad (1)$$

従って、予測期間 T の平均充電電力量 P_{chg} は、下記（2）式で計算される。

【0039】

【数2】

$$P_{chg} = \frac{1}{T} \int_0^T f_{chg}(t) dt \quad (2)$$

一方、時刻 t の放電電力量 $f_{dchg}(t)$ は、下記（3）式で得られる。

【0040】

【数3】

$$f_{dchg}(t) = \begin{cases} P_{ave} - P(t) & (P(t) < P_{ave}) \\ 0 & (P(t) > P_{ave}) \end{cases} \quad (3)$$

従って、予測期間 T の平均放電電力量 P_{dchg} は、下記（4）式で計算される。

【0041】

【数4】

$$P_{dchg} = \frac{1}{T} \int_0^T f_{dchg}(t) dt \quad (4)$$

又、前述のように、下記（5）式が条件であるから、

$$(5)$$

【0043】例えば、24時間毎に、24時間分の風速予想を受ける場合には、24時間毎に、 $T=24$ 時間の風車出力予想値 $P(t)$ 、平準化目標値 P_{ave} 、（風車出力予想値 $P(t)$ - 平準化目標値 P_{ave} ）を計算し、24時間の充放電期間をスケジュールリングする。

【0044】このように、蓄電池制御器4が、自動的に充放電スケジュールリングを計算し、必要なときに充放電

ができるようにしているため、長周期の変動も自動的に、充放電により、平準化できる。

【0045】【他の実施の形態】図7は、本発明の他の実施の形態の蓄電池制御器4のブロック図、図8は、その充放電制御動作の説明図である。

【0046】図7に示すように、蓄電池制御器4は、風車出力変動計算部47、加算部43、加算部45とを有する。蓄電池制御器4をCPUで構成する場合には、これらは、CPUの実行するプログラムで実現される。

【0047】風車出力変動計算部47は、第1の電力検出器20、第1の電流検出器21から計算した風車発電機出力の過去一定時間、例えば、10分程度（最大10分で更新する）の計測データから、平均出力を求める。

【0048】図8に示すように、風車出力が、過去10分程度の風車出力変動の平均値以下の場合には、加算部43は、平均値から風車出力を減算し、放電電力指令値を生成する。放電電力制御回路24-1は、放電指令値に応じた放電電力を蓄電池3から放電する。

【0049】次に、（風車出力-蓄電池充電電力）が、正の場合には、充電電力制御を行う。即ち、加算部45は、風車出力から平均値を減算し、充電電力指令値を生成する。充電電力制御回路24-2は、充電指令値に応じた充電電力を蓄電池3に充電する。

【0050】ここで、過去10分程度の風車出力変動の平均出力は、次の期間（10分程度）の風車出力の平均出力と予測し、（風車出力+蓄電池充電電力）が、その予測平均値となるように充放電電力制御を行う。このため、ロータ回転数の3倍の周波数での短周期の変動を、蓄電池3の充電制御により、抑圧できる。

【0051】又、過去10分程度の風車出力変動の平均出力を、次の期間（10分程度）の風車出力の平均出力と予測しているため、充放電のスケジューリングは必要ない。風速変動に対し、充放電量が多くなる可能性があるが、制御を簡易化できるという利点がある。

【0052】尚、図3の実施の形態において、充放電スケジューリングを中央指令所等で行う場合には、充放電スケジューリング計算部46は不要となる。

【0053】以上、本発明を実施の形態により説明したが、本発明の趣旨の範囲内において、種々の変形が可能であり、これらを本発明の技術的範囲から排除するものではない。

【0054】

【発明の効果】風力発電装置に蓄電池を併設し、蓄電池を充放電制御して、風速変動による発電出力変動を抑制し、前回の周期の発電電力から決定した基準値と検出した発電電力とから蓄電池の充放電制御を行うため、短周期の出力変動を蓄電池の充放電制御により抑制できる。このため、可変速制御機構を設けることなく、風車発電出力変動を抑制することができ、既設の風車発電装置に容易に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の風車発電装置の制御系統図である。

【図2】図1の風車発電装置のシステム系統図である。

【図3】図1の蓄電池制御器のブロック図である。

【図4】図3の蓄電池放電制御動作の説明図である。

【図5】図3の蓄電池充電制御動作の説明図である。

【図6】図3の蓄電池制御器の充放電スケジューリングの説明図である。

【図7】本発明の他の実施の形態の蓄電池制御器のブロック図である。

【図8】図7の蓄電池充放電制御動作の説明図である。

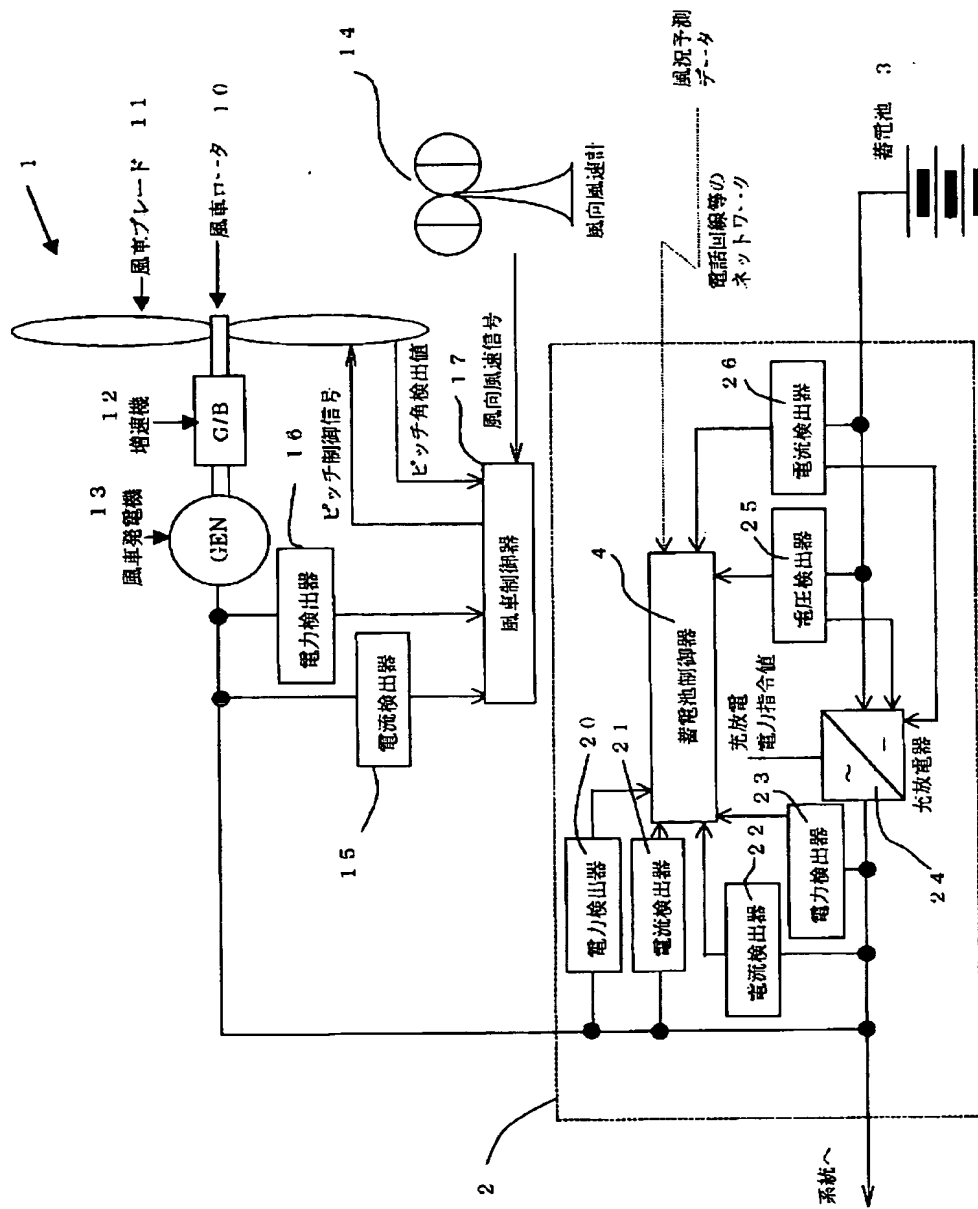
【符号の説明】

- 1 風車発電装置
- 2 発電制御装置
- 3 蓄電池
- 4 蓄電池制御器
- 24 充放電器
- 40、47 風車出力変動計算部
- 41 充放電切替部
- 42 上限値設定部
- 43、45 加算部
- 44 下限値設定部
- 46 充放電スケジューリング計算部

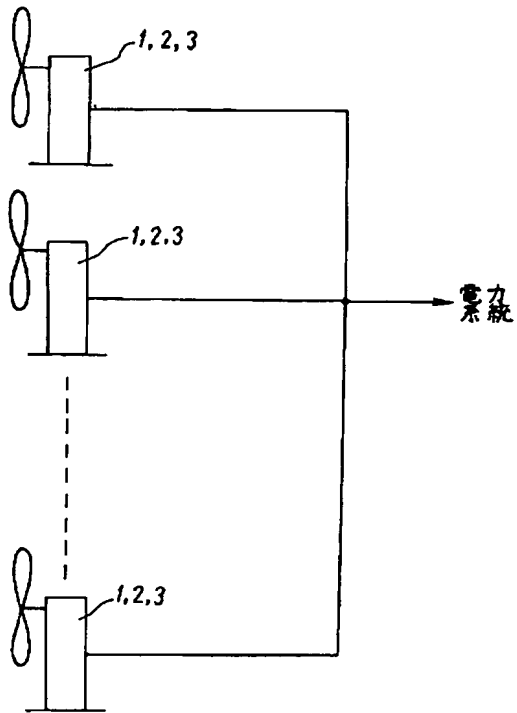
【図4】



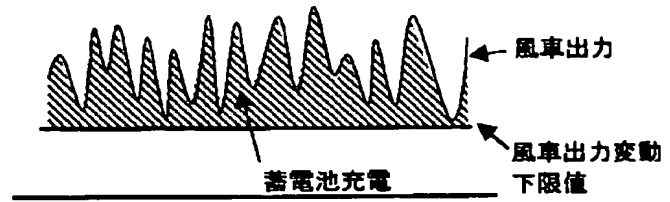
【図1】



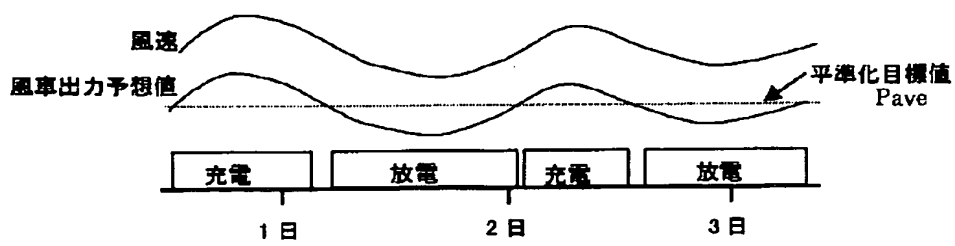
【図2】



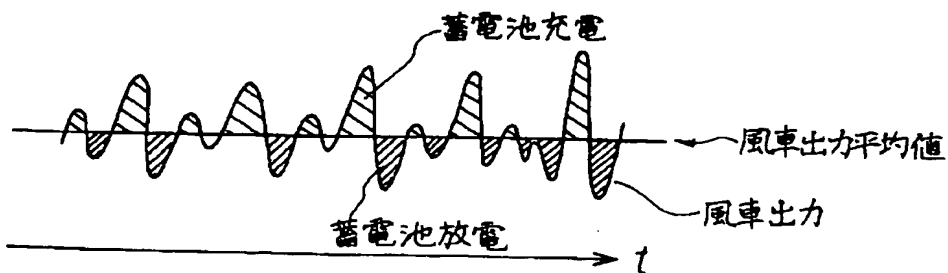
【図5】



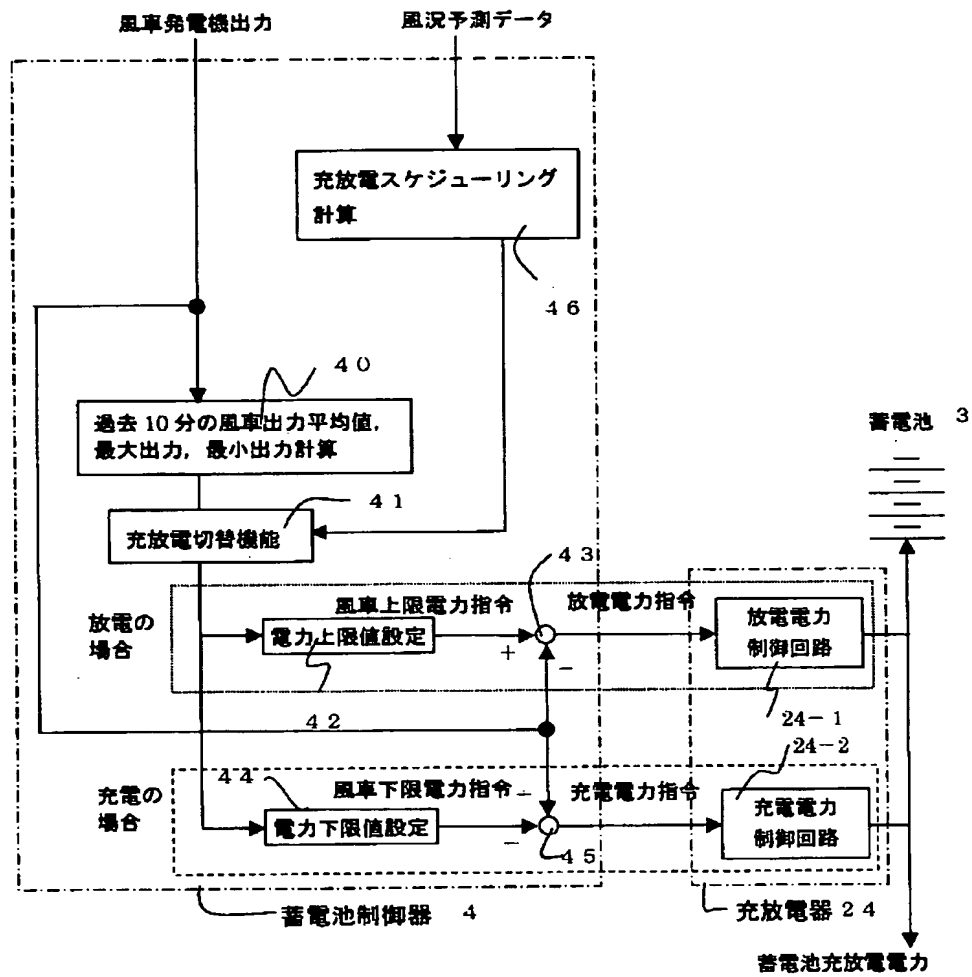
【図6】



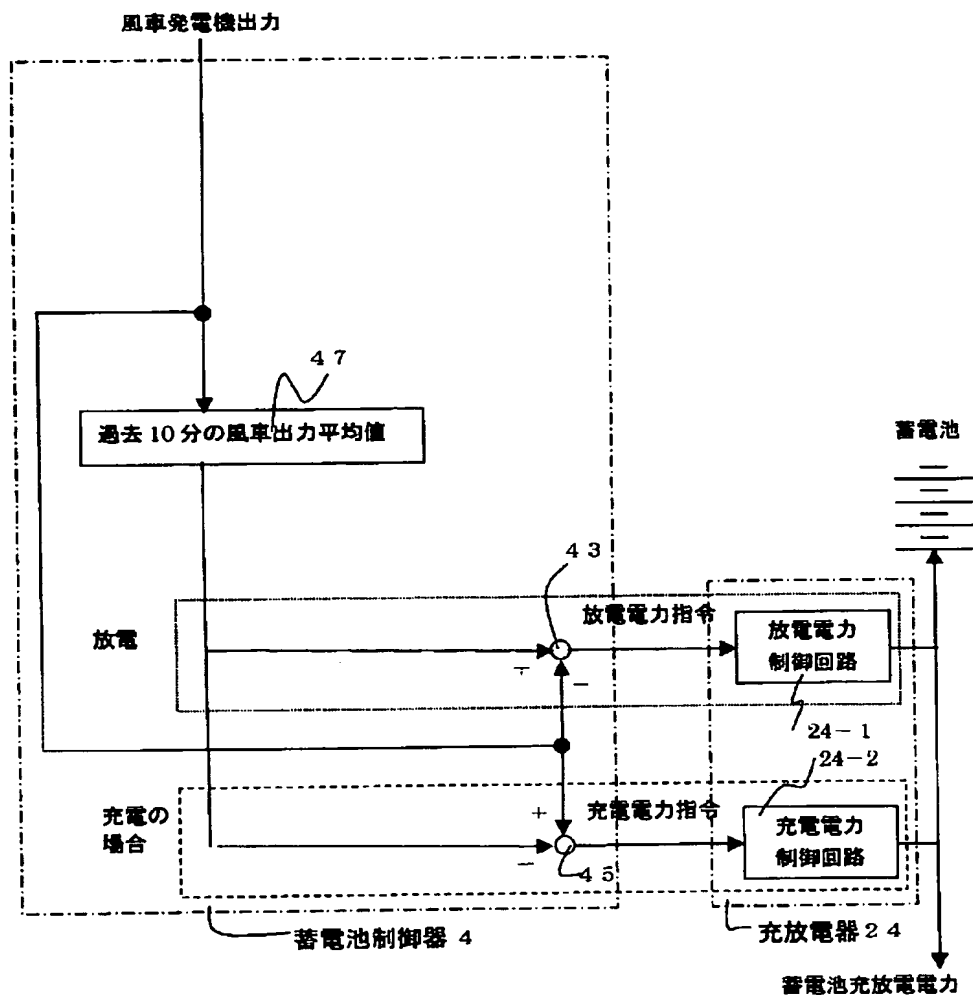
【図8】



【図 3】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

ターマート (参考)

H 0 2 J 7/34

H 0 2 J 7/34

C

H 0 2 P 9/00

H 0 2 P 9/00

F

Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 AA31 BB04 CC02
 CC12 CC22 CC32 CC73
 5G003 AA07 BA01 CA01 CA11 CC02
 DA07
 5G066 JA05 JA07 JB03
 5H590 AA01 AA30 CA14 CB10 CE01
 CE05 EB21 FA01 GA04 GA06
 GB05 HA02 HA04 HA06 HA11
 JA02 JA08 JA09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.